

Interface for electric interconnection and absorption of thermo-mechanical constraints, and method for its implementation, by use of an insulator substrate with feedthroughs and solder balls

Publication number: FR2828983 (A1)

Publication date: 2003-02-28

Inventor(s): BOURRIERES FRANCIS; KAISER CLEMENT

Applicant(s): NOVATEC [FR]

Classification:






- **international:** *H05K3/34; H05K3/34*; (IPC1-7): H05K3/34; H01L23/498

- **European:** H05K3/34C4B

Application number: FR20010011018 20010823

Priority number(s): FR20010011018 20010823

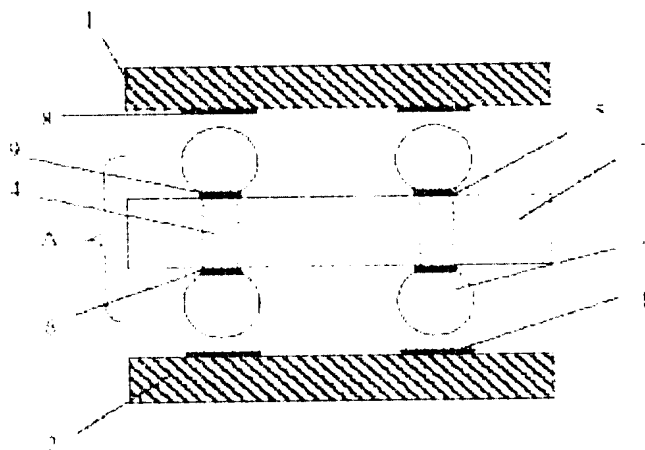
Cited documents:

-  US6100475 (A)
-  US4783722 (A)
-  US5491303 (A)
-  US6163462 (A)
-  US5715144 (A)

more >>

Abstract of FR 2828983 (A1)

The interface (A) between an electronic component or chip (1) whose inputs/outputs (8) are on its surface and can be soldered to another component (2) or element of type printed circuit board comprising reception pads (8) for soldering, is in the form of an electrically insulating substrate (3) which is flexible or rigid and whose coefficient of expansion is between that of the component (1) and the printed circuit board (2). The substrate (3) comprises unitary interconnection elements in the form of metallized feedthroughs (4) whose extremities (5, 6) can be soldered and are set up by interconnection balls (7). At least one of the extremities (5, 6) of the metallized feedthroughs (4) is extended to a reception pad (9) on which an interconnection ball (7) can be soldered.; The method (claimed) for implementing the interface (claimed) consists of implementing metallized holes whose extremities are blocked up and solderable, and of soldering the interconnection balls to the extremities. The first interconnection balls are soldered by a refusion of solder paste to the first face of the substrate so to bring about a capillary rising of the solder alloy to the opposite face of the substrate, and the second interconnection balls are implemented of an alloy whose temperature of fusion is below that of the alloy for the balls on the first face of the substrate. For example, the alloy for the first balls is tin/silver or tin/indium whose temperature of fusion is about 220 deg C, and the alloy for the second balls is tin/lead whose temperature of fusion is 183 deg C.



①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 828 983

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

01 11018

⑤1 Int Cl⁷ : H 05 K 3/34, H 01 L 23/498

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.08.01.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 28.02.03 Bulletin 03/09.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : NOVATEC Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BOURRIERES FRANCIS et KAISER
CLEMENT.

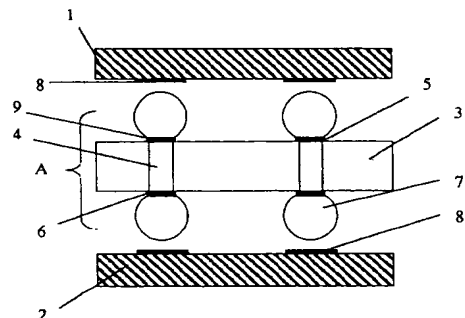
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : SOCIETE NOVATEC SA.

⑤4 INTERFACE D'INTERCONNEXION ELECTRIQUE ET D'ABSORPTION DE CONTRAINTES
THERMOMECHANIQUES ET PROCEDE DE REALISATION.

⑤7 Interface d'interconnexion électrique et d'absorption
de contraintes thermomécaniques et procédé de réalisation.

Interface (A) d'interconnexion électrique et d'absorption
de contraintes thermomécaniques entre un composant
électronique ou puce (1) dont les entrées/ sorties (8) sont
surfaciques et brasables à un autre composant (2) ou à tout
autre organe de type circuit imprimé comportant des plages
d'accueil (8) brasables se présentant sous la forme d'un
substrat isolant électrique (3) souple ou rigide dont le coef-
ficient de dilatation est compris entre celui du composant (1)
et celui du circuit imprimé (2). Ce substrat isolant (3) com-
porte des éléments unitaires d'interconnexion constitués de
traversées métallisées (4) dont les extrémités (5) et (6) sont
brasables et surélevées par des bossages d'interconnexion
(7).



FR 2 828 983 - A1



INTERFACE D'INTERCONNEXION ELECTRIQUE ET D'ABSORPTION DE CONSTRAINTES THERMOMECHANIQUES ET PROCEDE DE REALISATION

La présente invention trouve son application dans le domaine de
5 l'électronique et de la microélectronique et plus particulièrement dans l'interconnexion
des composants électroniques ayant leurs entrées/sorties sous forme matricielle. Ces
composants appelés BGA, CSP ou Flip Chips, permettent d'obtenir des densités
d'entrées/sorties très importantes et il existe des composants de ce type ayant plus de
1000 entrées/sorties sur un même boîtier. Les pas d'interconnexion deviennent de plus
10 en plus restreints et il n'est pas rare de voir des puces nues montées retournées ou Flip
Chips avec des pas d'interconnexion inférieur ou égal à 200 microns. Le point commun
de tous ces boîtiers ou composants est que leurs entrées/sorties sont réparties sur leur
face inférieure selon une disposition surfacique matricielle. Généralement chaque
entrée/sortie est pourvue d'un bossage en vue de son interconnexion avec le substrat
15 devant recevoir le composant. Ces bossages, habituellement réalisés en alliage
brasables, assurent à la fois la connexion électrique et la fixation mécanique du
composant sur son substrat d'accueil.

La liaison brasée rigide obtenue entre le composant et le substrat subit
donc les effets des contraintes thermomécaniques auxquelles l'assemblage est soumis.
20 En effet, les puces en silicium présentent un coefficient de dilatation de 3,5 ppm par
degré Celsius alors que les substrats de type verre époxy ou polyimide présentent un
coefficient de dilatation supérieur à 15 ppm par degré Celsius. La capacité d'un
assemblage électronique à supporter les contraintes thermomécaniques a donc une
importance capitale sur la durée de vie et la fiabilité de cet assemblage.

25 Plusieurs techniques visant à améliorer la fiabilité des assemblages ont
donc été proposées par le passé. Les brevets US 6,050,832 ou US 6,064,576 décrivent
des interposeurs composés d'un film rendu flexible grâce à la réalisation d'ouvertures
dans le film dans le but de le rendre moins rigide et de permettre une certaine
déformation élastique de la liaison ainsi obtenue. Ces techniques nécessitent donc la
30 découpe du film intermédiaire afin de réduire sa tenue mécanique, or cette réduction de
tenue mécanique va générer en plus du surcoût lié à cette opération, une difficulté lors
de l'interconnexion à la fois sur le composant et sur le substrat car la planéité des

interconnexions n'est pas assurée. En effet, le film ainsi ajouré se déforme et est donc difficile à manipuler pour sa mise en œuvre.

Les brevets US 5,682,061 et US 6,221,750 décrivent des moyens de réalisation de liaisons déformables mais qui encore une fois sont difficiles à réaliser ce qui génère inmanquablement des coûts élevés. Ces techniques consistent à assurer la flexibilité en jouant sur la déformation des pistes de redistribution latérale soit en ménageant un espace sous ladite piste, soit en disposant un corps élastique dessous.

De façon générale, toutes ces solutions proposées dans l'art antérieur sont réalisables moyennant des coûts de fabrication élevés et surtout sont limités à des pas d'interconnexion importants. En effet, ces techniques semblent difficiles à mettre en œuvre sur des composants ayant des pas d'interconnexion inférieurs à 800 microns.

La présente invention vise à apporter une solution plus performante sur le plan technique, qui permette d'atteindre des pas d'interconnexion beaucoup plus petits, et moins coûteuse de réalisation que les solutions actuellement proposées.

Le but de l'invention est de proposer une interface d'interconnexion électrique et d'absorption de contraintes thermomécaniques entre un composant électronique ou puce dont les entrées/sorties sont surfaciques et brasables à un autre composant ou à tout autre organe de type circuit imprimé comportant des plages d'accueil brasables. L'interface d'interconnexion se caractérise essentiellement en ce qu'elle est composée d'un substrat isolant électrique souple ou rigide dont le coefficient de dilatation est compris entre celui du composant et celui du circuit imprimé et que le substrat isolant comporte des traversées métallisées et que les extrémités des traversées métallisées sont brasables et présentent des bossages d'interconnexion.

Selon l'invention, l'interface remplit deux fonctions simultanées qui sont : l'interconnexion de deux éléments comportant une multitude de points à connecter électriquement et l'absorption de contraintes thermomécaniques dans des plages de températures pouvant s'étendre de -50°C à 120°C en fonctionnement et de 20°C à 250°C en cours de fabrication. Il est évident que le non respect de la fonction absorption des contraintes thermomécaniques a pour conséquence une rupture de la connexion électrique. En cours de fonctionnement cette rupture ne doit apparaître qu'après plusieurs milliers de cycles.

Selon l'invention, l'interface est constituée d'un substrat isolant supportant plusieurs éléments unitaires d'interconnexion qui présentent deux faces actives, reliées entre elles par une traversée métallisée se présentant sous la forme d'un cylindre ou d'un parallélépipède, chacune des extrémités de la traversée est placée en regard de l'élément à connecter qui généralement est un composant en silicium pour l'une des deux faces et un circuit imprimé en matériau composite pour l'autre face. Chacune des extrémités forme une plage d'accueil brasable, qui est surmontée d'un bossage d'interconnexion brasé.

Selon l'invention, l'interface constitue simultanément un moyen de support et de positionnement collectif de l'ensemble des éléments d'interconnexion agissant individuellement entre les deux éléments caractérisée en ce que la matière du substrat isolant supportant collectivement les éléments d'interconnexion peut absorber des variations dimensionnelles différentielles liées à des différences de dilatation des deux éléments à connecter. Ces contraintes sont d'autant mieux absorbées que le matériau du substrat isolant présente une valeur de coefficient de dilatation comprise entre les deux valeurs extrêmes des deux composants à connecter, l'idéal étant une valeur médiane. Ainsi la matière constituant le substrat isolant de l'interface joue un rôle d'accompagnateur de contraintes en équilibrant leur répartition.

L'élément unitaire d'interconnexion supporté par le substrat isolant est constitué d'un trou métallisé formant la traversée et dont chacune des deux extrémités forme une plage d'accueil pouvant recevoir par brasage, un bossage d'interconnexion. Ainsi, chaque élément unitaire d'interconnexion est constitué d'un cylindre dont chaque extrémité est surélevée par un bossage brasé. En comparaison à un système de connexion direct par une seule bille, l'invention proposée permet d'accéder à de meilleures caractéristiques de déformation avant rupture de chaque interconnexion car la hauteur de la connexion est beaucoup plus importante que dans le cas d'une seule bille.

Afin d'augmenter la tenue des bossages d'interconnexion par rapport au trou métallisé de chaque élément unitaire d'interconnexion, il peut être judicieux d'augmenter une ou les deux extrémités du trou métallisé par une surface d'accueil sur laquelle peut être brasé le bossage d'interconnexion.

Selon une autre caractéristique de l'invention, un premier procédé de réalisation de l'interface d'interconnexion selon la présente invention, consiste à réaliser dans le substrat isolant des traversées métallisées dont les extrémités sont bouchées et brasables, puis de braser des bossages d'interconnexion sur les extrémités des traversées métallisées ainsi constituées. Pour obtenir des traversées métallisées dont les extrémités sont bouchées, il est envisageable d'utiliser une technique de réalisation d'un trou métallisé telle que pratiquée pour la fabrication des circuits imprimés et de déposer un renfort de cuivre électrolytique suffisant pour que le trou soit bouché, ce qui revient à réaliser un cylindre plein. Afin de rendre les extrémités brasable, il convient ensuite par exemple de faire un dépôt de nickel / or chimique.

En ce qui concerne la réalisation des bossages d'interconnexion sur les extrémités de traversée métallisée, différentes techniques connues par l'homme de l'art peuvent être utilisées. A titre d'exemple, on peut citer les techniques d'évaporation sous vide, de dépôt électrolytique, de report de billes préformées ou encore de sérigraphie et de refusion de crème à braser.

Selon une autre caractéristique de l'invention, un deuxième procédé de réalisation de l'interface d'interconnexion selon la présente invention, consiste à réaliser dans le substrat isolant des trous métallisés débouchants sur les deux faces et brasables. Par rapport au premier procédé précédemment décrit, il s'agit de ne pas poursuivre le renfort électrolytique de cuivre jusqu'au bouchage complet du trou mais de le stopper de manière à conserver un canal ce qui revient à réaliser un cylindre creux. Il s'ensuit la formation de bossages qui sont préférentiellement réalisés par refusion de crème à braser. Sur la première face est déposé un volume de crème à braser suffisant, qui permet lors de la refusion de générer simultanément un bossage d'interconnexion sur la dite première face et une remontée capillaire à travers le canal métallisé jusqu'à la face opposée en formant un dôme dont le dépassement par rapport à la deuxième face se fige en position d'équilibre. La dimension de la partie dépassante en deuxième face dépend de plusieurs paramètres mais plus particulièrement du diamètre du trou ou du canal débouchant et de sa hauteur. Ce dépassement sur la deuxième face est particulièrement intéressant, car lors de la réalisation des bossages d'interconnexion sur la deuxième face, pour laquelle il est fait usage d'un alliage présentant une température de fusion inférieure à celle de l'alliage utilisé sur la première face et si on ne fait pas

repasser l'alliage de la première face en fusion, on va englober le dôme dépassant dans l'alliage des bossages de la deuxième face, ce qui a pour effet d'augmenter la tenue mécanique des bossages par rapport au substrat isolant. Ainsi selon ce procédé, à une augmentation de la hauteur d'interconnexion donnée par la constitution de l'interface, il est ajouté une caractéristique mécanique améliorée conférant à l'assemblage une meilleure tenue dans le temps.

D'autres caractéristiques de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description des figures suivantes.

La figure 1 représente les deux éléments à assembler selon une méthode de l'art antérieur ne faisant pas intervenir d'interface d'interconnexion. Il est représenté une puce nue retournée ou flip chip (1) équipée de bossages (7) directement connectée à un circuit imprimé (2).

La figure 2 représente une interface d'interconnexion selon la présente invention avant son brasage sur un composant électronique et sur un circuit imprimé.

La figure 3 représente un procédé de réalisation d'une interface d'interconnexion selon la présente invention.

En figure 2, on peut voir un composant (1), ainsi qu'un circuit imprimé (2) présentant des plages d'accueil (8) surfaciques et disposées selon une répartition matricielle.

Pour interconnecter par brasage ces deux éléments, l'inventeur propose de réaliser une interface d'interconnexion (A) réalisée à partir d'un substrat isolant (3) comprenant des trous métallisés (4) présentant sur leurs extrémités (5) et (6) des bossages d'interconnexion (7) destinés à être brasés sur les plages d'accueil (8). Comme cela a été expliqué précédemment et dans le but d'augmenter la tenue mécanique des bossages (7) sur le trou métallisé (4), il est envisageable de recouvrir les extrémités (5) et (6) par une plage d'accueil (9) brasable sur laquelle les bossages d'interconnexion seront réalisés.

En figure 3, est représentée une autre forme de réalisation d'interface d'interconnexion selon la présente invention. Cette figure montre en coupe un élément unitaire d'interconnexion sur un substrat isolant (3). Comme on peut le voir ici, le trou métallisé (4) est débouchant sur les deux faces et lors de la réalisation du bossage d'interconnexion (7A) sur la première face par refusion de crème à braser, ce dernier

occupe le volume du trou débouchant (4) et présente une partie dépassante par rapport à l'extrémité (6) du fait de la remontée capillaire. Cette partie dépassante constitue une zone d'accrochage mécanique supplémentaire pour le bossage d'interconnexion (7B) réalisé ultérieurement. Comme cela a été précisé précédemment, dans ce cas de figure il

5 faut que l'alliage utilisé pour réaliser les bossages (7A) présente un point de fusion supérieur à celui des bossages (7B), afin que lors de la réalisation des bossages (7B), les bossages (7A) ne repassent pas en fusion. A titre d'exemple il est possible d'utiliser un alliage étain / argent ou étain / indium dont la température de fusion est de l'ordre de 220 degrés celsius pour la réalisation des bossages (7A) et d'utiliser un alliage de type

10 étain / plomb 63/37 dont la température de fusion est de 183 degrés celsius pour la réalisation des bossages (7B). La formation des bossages (7A) intervient avant la formation des bossages (7B) et la température maximum atteinte par le profil thermique lors de la refusion des bossages (7B) est inférieur au point de fusion de l'alliage utilisé pour réaliser les bossages (7A).

Revendications :

1) Interface (A) d'interconnexion électrique et d'absorption de contraintes thermomécaniques entre un composant électronique ou puce (1) dont les entrées/sorties (8) sont surfaciques et brasables à un autre composant (2) ou à tout
5 autre organe de type circuit imprimé comportant des plages d'accueil (8) brasables caractérisée en ce que la dite interface (A) est composée d'un substrat isolant électrique (3) souple ou rigide dont le coefficient de dilatation est compris entre celui du composant (1) et celui du circuit imprimé (2), ledit substrat isolant comportant des éléments unitaires d'interconnexion constitués de traversées métallisées (4) dont les
10 extrémités (5) et (6) sont brasables et surélevées par des bossages d'interconnexion (7).

2) Interface (A) d'interconnexion électrique et d'absorption de contraintes thermomécaniques entre un composant électronique ou puce (1) dont les entrées/ sorties (8) sont surfaciques et brasables à un autre composant (2) ou à tout autre
15 organe de type circuit imprimé à plages d'accueil (8) brasables selon la revendication 1 caractérisée en ce que au moins l'une des deux extrémités (5), (6) des traversées métallisées (4) soit augmentée d'une surface d'accueil (9) sur laquelle peut être brasé un bossage d'interconnexion (7).

3) Procédé permettant de réaliser une interface (A) d'interconnexion
20 électrique et d'absorption de contraintes thermomécaniques par brasage entre un composant électronique ou puce (1) dont les entrées/sorties (8) sont surfaciques et brasables à un autre composant (2) ou à tout autre organe de type circuit imprimé comportant des plages d'accueil (8) brasables conforme à la revendication 1 caractérisé en ce qu'il consiste à :

- 25 - réaliser dans ledit substrat isolant des trous métallisés (14) dont les extrémités (5) et (6) sont bouchées et brasables.
- braser des bossages d'interconnexion (7) sur les extrémités (5) et (6).

4) Procédé permettant de réaliser une interface (A) d'interconnexion électrique et d'absorption de contraintes thermomécaniques par brasage entre un
30 composant électronique ou puce (1) dont les entrées/sorties (8) sont surfaciques et brasables à un autre composant (2) ou à tout autre organe de type circuit imprimé

comportant des plages d'accueil (8) brasables conforme à la revendication 1 caractérisé en ce qu'il consiste à :

- réaliser dans ledit substrat isolant de l'interface des trous métallisés (4) débouchants sur les deux faces et brasables,
- 5 - braser par refusion de crème à braser des bossages d'interconnexion (7A) sur une première face du substrat isolant, afin de provoquer une remontée capillaire de l'alliage en fusion et un dépassement sur la face opposée,
- réaliser des bossages d'interconnexion (7B) sur la deuxième face du substrat isolant avec un alliage présentant une température de fusion inférieure à celui utilisé pour les
- 10 bossages de la première face et sans refondre les bossages de ladite première face afin d'englober le dépassement d'alliage provoqué lors de la remontée capillaire.

1/2

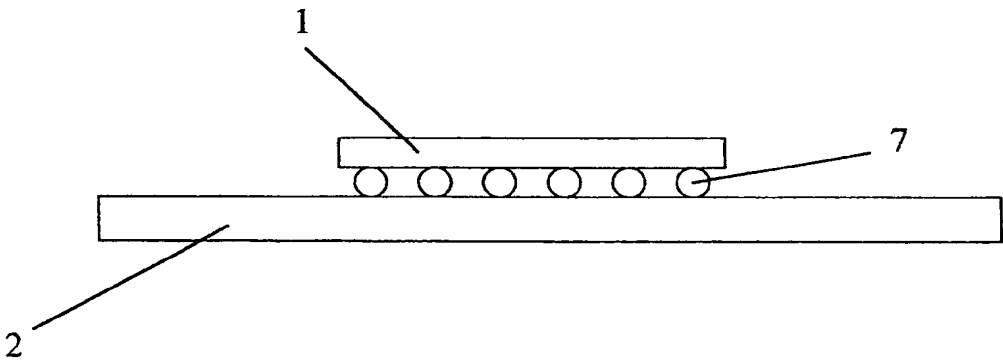


Fig 1

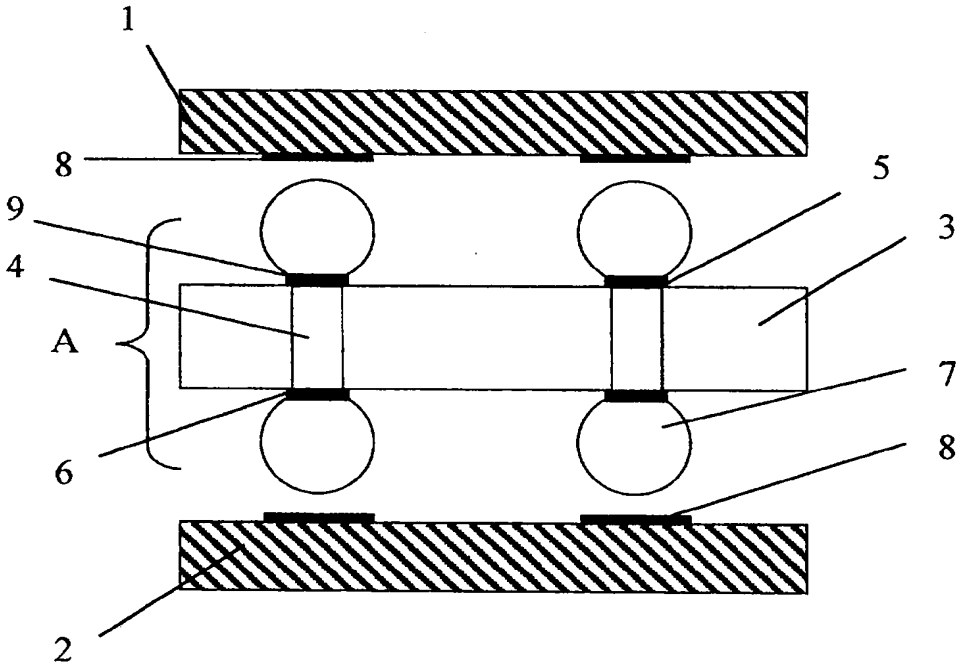
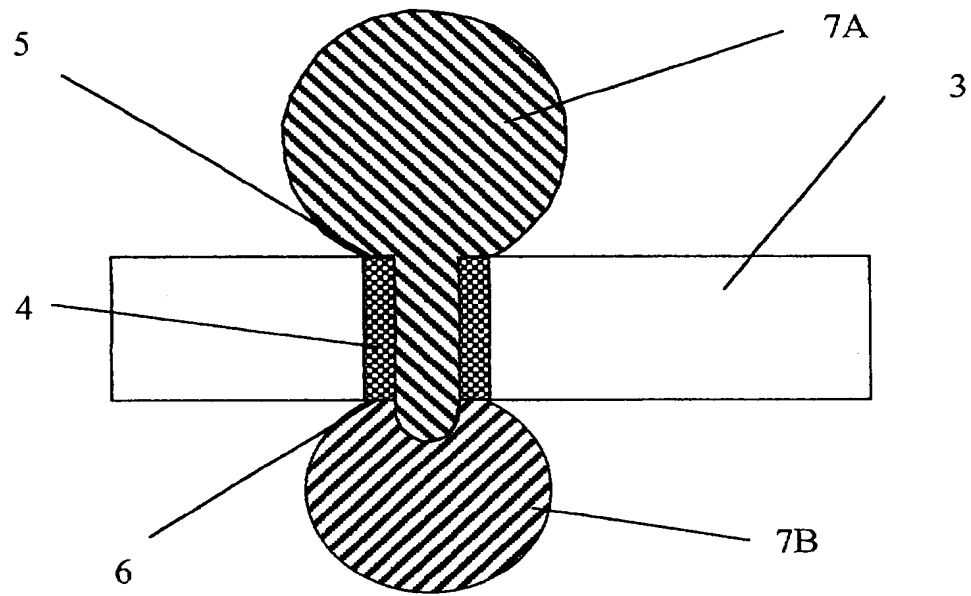


Fig 2

2/2Fig 3



2828983

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 608539
FR 0111018

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 12, 25 décembre 1997 (1997-12-25) & JP 09 214088 A (SUMITOMO KINZOKU ELECTRO DEVICE:KK), 15 août 1997 (1997-08-15) * abrégé *	1-3	H05K3/34 H01L23/498
Y	---	4	
Y	US 6 100 475 A (DEGANI ET AL.) 8 août 2000 (2000-08-08) * revendications; figures *	4	
X	US 4 783 722 A (OSAKI ET AL.) 8 novembre 1988 (1988-11-08) * revendications; figures *	1-3	
A	US 5 491 303 A (WEISS) 13 février 1996 (1996-02-13) * colonne 2, ligne 37 - ligne 39; revendications; figures *	1-3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30 juin 1999 (1999-06-30) & JP 11 086931 A (NGK SPARK PLUG CO LTD), 30 mars 1999 (1999-03-30) * abrégé *	1-4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) H05K
A	US 6 163 462 A (BUCK) 19 décembre 2000 (2000-12-19) * revendications; figures *	1,3	
A	US 5 715 144 A (AMEEN ET AL.) 3 février 1998 (1998-02-03) * colonne 4, ligne 17 - ligne 23 *	4	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 avril 2002		Mes, L	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0111018 FA 608539**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 29-04-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 09214088 A	15-08-1997	AUCUN	
US 6100475 A	08-08-2000	US 6013877 A EP 0942636 A2 JP 11330164 A	11-01-2000 15-09-1999 30-11-1999
US 4783722 A	08-11-1988	JP 1925485 C JP 6056861 B JP 62293730 A JP 1913299 C JP 6044583 B JP 62018049 A DE 3685647 D1 DE 3685647 T2 EP 0229850 A1 WO 8700686 A1 US 4897918 A	25-04-1995 27-07-1994 21-12-1987 09-03-1995 08-06-1994 27-01-1987 16-07-1992 07-01-1993 29-07-1987 29-01-1987 06-02-1990
US 5491303 A	13-02-1996	AUCUN	
JP 11086931 A	30-03-1999	AUCUN	
US 6163462 A	19-12-2000	AUCUN	
US 5715144 A	03-02-1998	US 5907903 A	01-06-1999

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82